

527743

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 1 日 (01.04.2004)

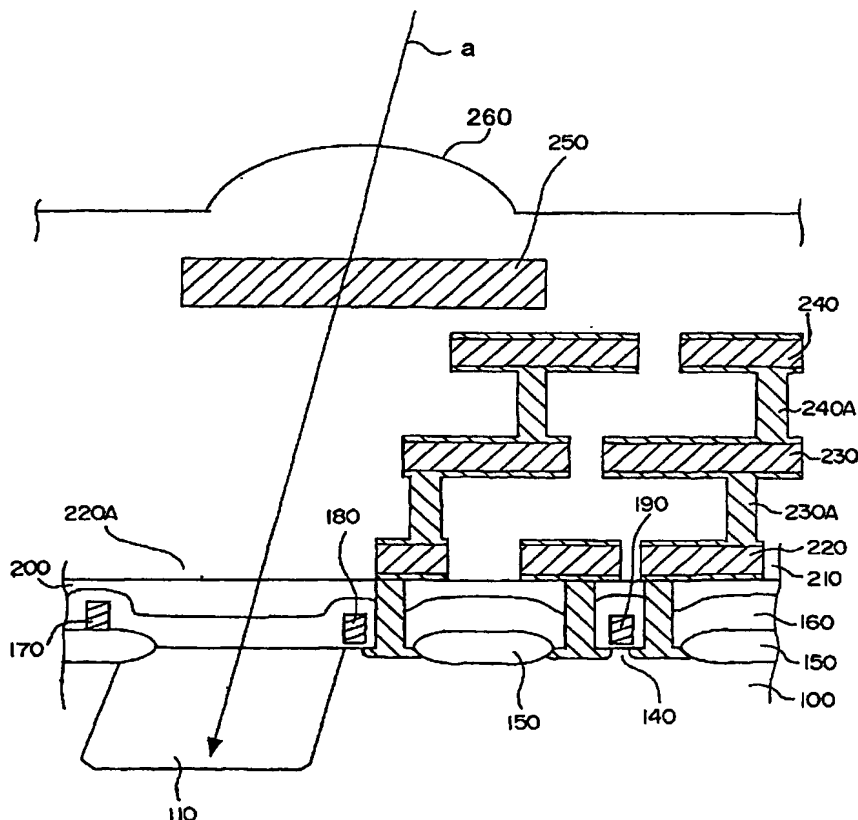
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/027875 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 27/146 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011922 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 丸山 康  
(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 18 日 (18.09.2003) (MARUYAMA, Yasushi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品  
(25) 国際出願の言語: 日本語 川区 北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内 Tokyo  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (JP).  
(30) 優先権データ: 特願2002-274557 2002 年 9 月 20 日 (20.09.2002) JP (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-  
添付公開書類: 0001 東京都 港区 虎ノ門 1 丁目 2 番 3 号 虎ノ門第一ビ  
— 国際調査報告書 ル 9 階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
東京都 品川区 北品川 6 丁目 7 番 35 号 Tokyo (JP). のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SOLID STATE IMAGING DEVICE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 固体撮像装置及びその製造方法



(57) Abstract: A proper incident condition at each pixel is obtained according to the distance between an optical system and a sensor light receiving unit, and a light receiving efficiency at each pixel is improved and sensitivity is made uniform. Since a main ray of light  $a$  is shone at an incident angle  $\theta$  at a pixel at the periphery of a screen, the positional relations among a micro-lens (260), a color filter (250), wirings (220, 230, 240), a photodiode (110) or the like are such that they are disposed along an incident direction in conformity with this incident angle  $\theta$ . The incident angle  $\theta$  used is determined in consideration of the distance from the micro-lens (260) to the surface of a silicon substrate (100) and the depth position of the photoelectric conversion unit of the photodiode (110) from the surface of the silicon substrate (100). The photoelectric conversion unit (n-type region) of the photodiode (110) is formed to be slanted corresponding to an incident angle  $\theta$  at a pixel at the periphery of a screen.



(57) 要約: 光学系とセンサ受光部との距離に対応して各画素における適正な入射状態を得ることができ、各画素の受光効率の改善や感度の均一化を図る。画面周辺部の画素においては、主光線  $a$  が入射角度  $\theta$  で入射することから、マイクロレンズ (260)、カラーフィルタ (250)、配線 (220、230、240)、フォトダイオード (110) 等の位置関係は、この入射角度  $\theta$  に合わせて入射方向に沿って配置する。この際の入射角度  $\theta$  を、マイクロレンズ (260) からシリコン基板 (100) の表面までの距離、及びシリコン基板 (100) の表面からフォトダイオード (110) の光電変換部の深さ位置を考慮して決定する。また、画面周辺部の画素においては、フォトダイオード (110) の光電変換部 ( $n$  型領域) が入射角度  $\theta$  に対応して傾斜した状態で形成されている。

## 明 細 書

## 固体撮像装置及びその製造方法

5

## 技術分野

本発明は、CMOSイメージセンサやCCDイメージセンサ等の固体撮像装置及びその製造方法に関する。

## 10 背景技術

従来より、CMOSイメージセンサやCCDイメージセンサ等の固体撮像装置においては、半導体基板上に光電変換手段（フォトダイオード）による複数の画素を例えば2次元アレイ状に配置して撮像画素部を形成し、その上層に各種信号配線や遮光膜を配置した多層構造の配線層を配置し、さらにその上層にパッシベーション層を介してオンチップカラー

15

フィルタやオンチップマイクロレンズを配置した構造となっている。

20

特に最近では、撮像画素部の多画素化（高集積化）や高機能化等に伴い、配線層の層数の増加やレイアウトパターンの複雑化が生じ、その膜厚が大きくなることにより、カラーフィルタやマイクロレンズ等の光学系とフォトダイオードの受光面（以下、センサ受光部という）との距離が増大する傾向にある。

また、撮像画素部の多画素化に伴う微細化により、マイクロレンズのレンズ形状も微細化する傾向にある。

25

しかしながら、上述のようにフォトダイオードとマイクロレンズとの距離が増大したり、マイクロレンズの微細化が進むと、撮像画素部の画面中心部と周辺部とで主光線の入射角が異なることになり、半導体基板

中で入射光が光電変換される深さが変わり、入射光の波長によってシェーディングの量が変わるという問題があり、画面中心部と周辺部とでセンサ受光部の受光量が増減するため、感度を均一に保つことが困難となってきた。

- 5 特に、1画素当りの面積が縮小し、レンズも小型化してくると、画面周辺部に対する光の入射角は大きくなっていく一方、小型化した画素では後述のようにセンサ受光部の形状が画面の上下左右に非対称になり易く、例えば画面の上下左右端でそれぞれ不均一な感度になる場合がある。

- 10 また、特に読み出しゲートや信号配線、電源配線等の複数の配線がフォトダイオードの近傍領域に存在するCMOSイメージセンサでは、有効な画素領域が非対称になり易く、上記の問題が顕著になる。

このような問題に対し、従来は、撮像素素部における各画素の位置に応じて各レンズの位置や遮光膜の開口の位置を適宜にずらすことにより、画面周辺部の感度を上げるような工夫がなされている。

- 15 例えば、図7は、このような従来の固体撮像素素部の撮像素素部における各画素と遮光膜開口部及び集光レンズの位置関係を示す平面図であり、図8Aと図8Bは図7に示す撮像素素部の対角線A-A'及びB-B'における感度低下を示す説明図である。

- 20 図7において、遮光膜開口部及び集光レンズ11は、画面中央部では画素10に対して中心を一致させた位置に配置されているが、画面周辺部では各画素10に対して光の入射方向にずれた位置に配置されている。

また、各画素10のセンサ受光部10Aの左下隅部には、センサ受光部10Aの信号電荷を読み出すための読み出しゲート部10Bが形成されている。

- 25 したがって、各画素10のセンサ受光部10Aの形状は、読み出しゲート部10Bの存在によって画面の中心から上下左右で非対称な形状と

なっており、画素の面積 10 が小さい程、読み出しゲート部 10 B の存在が非対称性に大きく影響することになる。

このため、遮光膜開口部や集光レンズの配置をずらした固体撮像装置においても、各画素 10 の非対称性により、例えば図 8 A に示すように、

- 5 A 点近傍の画素 10 において感度低下が顕著であり、上下左右で不均一に変化することになる。

- なお、各画素への入射光量を最適化する提案としては、例えば特開平 5-328233 号公報、特開 2000-349268 号公報、特開 2001-160973 号公報、特開 2001-210812 号公報等の
- 10 ように、各画素の撮像領域の中央部分からの距離とレンズの受光部表面からの高さに応じて、レンズ、フィルタ、遮光膜、センサ受光部等の配置を修正（補正）するようにしたものが知られているが、これらの提案においても、上述のようなセンサ受光部の非対称性に対して有効な対応が困難である。その理由としては、撮像領域の中央部分から受光部までの
- 15 距離を、受光部表面のどの位置までと考えるかについて検討されていないということ、画素内の各構成の配置を修正しているものの、レンズによって集光された光が受光部の表面に入射することだけ考慮され、実際に光電変換が起こる光電変換部の深さ方向の厚さについて考慮されていないということが挙げられる。

- 20 そこで本発明の目的は、各画素における適正な入射状態を得ることができ、各画素の受光効率の改善や感度の均一化を図ることが可能な固体撮像装置及びその製造方法を提供することにある。

#### 発明の開示

- 25 本発明は前記目的 2 次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、前記画素は集光レンズと光電変換部とを有し、前記光電変換部は表面が

非対称形状であり、前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分の画素において、前記光電変換部の上方であって、前記表面の非対称性を補った対称形状の略中心上に位置し、前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど、前記対称形状の略中心上から  
5 前記撮像領域の中央部分方向へシフトして形成され、前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から等しい距離に位置する画素において、そのシフト量が前記光電変換部の表面の非対称性に応じて異なっていることを特徴とする。

2次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、前記画素は集光  
10 レンズと光電変換部とを有し、前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど、前記撮像領域の中央部分側にシフトして形成され、前記集光レンズのシフト量は、前記集光レンズの前記光電変換部表面からの高さ、と、前記光電変換部の基板深さ方向への厚さとに基づき、前記光電変換部の内部に入射する光の量が増加するよ  
15 うに設定されていることを特徴とする。

2次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、前記画素は光電変換部を有し、前記複数の画素の少なくとも一部の画素において、前記光電変換部の底部は表面部よりも、前記撮像領域の中央部分から外側方向にシフトして形成されていることを特徴とする。

20 固体撮像装置を有する電子機器であって、前記固体撮像装置は、2次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、前記画素は集光レンズと光電変換部とを有し、前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど、前記撮像領域の中央部分側にシフトして形成され、前記集光レンズのシフト量は、前記集光レンズの前記光  
25 電変換部表面からの高さ、と、前記光電変換部の基板深さ方向への厚さとに基づいて設定されており、前記光電変換部の底部は表面部よりも、前

記撮像領域の中央部分から外側方向にシフトして形成されていることを特徴とする。

撮像領域の画素毎に光電変換部と集光レンズとを形成する工程を有し、前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど、前記撮像領域の中央部分側にシフトして形成され、前記集光レンズのシフト量は、前記集光レンズの前記光電変換部表面からの高さ、と、前記光電変換部の基板深さ方向への厚さとに基づき、前記光電変換部の内部に入射する光の量が増加するように設定されることを特徴とする。

10

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態による固体撮像装置の画面中心部における画素の積層構造を示す拡大断面図である。

図 2 は、本発明の実施の形態による固体撮像装置の画面周辺部における画素の積層構造を示す拡大断面図である。

図 3 は、本発明の実施の形態による固体撮像装置の撮像画素部における各画素と遮光膜開口部及び集光レンズの位置関係を示す平面図である。

図 4 A と図 4 B は、図 3 に示す撮像画素部の対角線 A - A' 及び B - B' における感度低下を示す説明図である。

図 5 は、本発明の実施形態による固体撮像装置のダイオードの構成の変形例を示す図面である。

図 6 は、本発明の実施の形態による電子機器を示す図面である。

図 7 は、従来の固体撮像装置の撮像画素部における各画素と遮光膜開口部及び集光レンズの位置関係を示す平面図である。

図 8 A と図 8 B は、図 7 に示す撮像画素部の対角線 A - A' 及び B - B' における感度低下を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明による固体撮像装置及びその製造方法の実施の形態例について説明する。

- 5 図 1 及び図 2 は、本発明の実施の形態による固体撮像装置の積層構造を示す拡大断面図であり、図 1 は画面中央部における画素の構造を示し、図 2 は画面周辺部における画素の構造を示している。

- また、図 3 は、本発明の実施の形態による固体撮像装置の撮像画素部における各画素と遮光膜開口部及び集光レンズの位置関係を示す平面図  
10 であり、図 4 A と図 4 B は図 3 に示す撮像画素部の対角線 A - A' 及び B - B' における感度低下を示す説明図である。

- 本例の固体撮像装置は、例えば CMOS イメージセンサとして形成されたものであり、各画素毎に、光電変換手段としてのフォトダイオード (PD) と、このフォトダイオードによって生成、蓄積された信号電荷  
15 を読み出して電気信号に変換し、撮像画素部外に出力する読み出し回路とを設けたものである。

- なお、読み出し回路の構成としては、種々の方式のものが提案されているが、例えばフォトダイオードで生成した信号電荷をフローティングデフュージョン (FD) 部に転送トランジスタと、FD 部における電位  
20 変動を電気信号に変換するための増幅トランジスタと、この増幅トランジスタの出力信号を出力信号線に出力する読み出しトランジスタと、FD 部の電位をリセットするリセットトランジスタ等を有しているものとする。

- 図 1 及び図 2 においては、シリコン基板 100 の上層部に各画素に対応してフォトダイオード 110 が設けられ、このフォトダイオード 110 に隣接して転送ゲート部 120、FD 部 130 が設けられ、さらに、  
25

その他のトランジスタ 140 等が設けられている。また、シリコン基板 100 の上層部には、LOCOS 等による素子間分離層 150 が設けられている。

また、フォトダイオード 110 は、シリコン基板 100 の最表面及び  
5 画素分離領域に p+ 型領域を設け、その内側に n 型領域を形成したものであり、p+ 型領域を通過した光子が n 型領域に入射することにより、正孔と電子が分離され、そのうちの電子が n 型領域の下層に形成される空乏層に蓄積される。

そして、本例のフォトダイオード 110 では、シリコン基板 100 の  
10 比較的深い位置に低濃度の n 型領域（不純物濃度の異なる n 型領域を複数層設ける場合もある）を形成して、空乏層を拡大することで電荷蓄積量を拡大して感度の向上を図るようにしたものである。

したがって、各画素の感度は、フォトダイオード 110 における光電  
変換部としての n 型領域に対する光の入射量によって決定されるもので  
15 あり、この光電変換部に対する入射効率によって各画素の感度が左右される。

また、シリコン基板 100 の上部には、シリコン酸化膜等の絶縁膜 160 を介して各種のゲート電極 170、180、190 が設けられている。また、絶縁膜 160 の上層には、平坦化膜 200 を介して多層配線  
20 層が設けられている。

この多層配線層には、図示の例では、絶縁膜 210 を介して 3 層の配線 220、230、240 が設けられている。そして、下層の配線 220 が遮光膜を構成しており、フォトダイオード 110 に対応する開口部 210A を有し、この開口部 210A を通してフォトダイオード 110  
25 に光（矢印 a は主光線を示す）が入射する。

また、各配線 220、230、240 は、各層間のコンタクト 220

A、230A、240Aによって接続されている。

また、このような多層配線層の上には、パッシベーション層（図示せず）を介してオンチップカラーフィルタ（光学フィルタ）250が形成され、また、その上層にはオンチップマイクロレンズ（集光レンズ）260が配置されている。

また、本例の固体撮像装置では、図1に示す画面中央部の画素においては、主光線aが直角に入射することから、マイクロレンズ260、カラーフィルタ250、配線220、230、240、フォトダイオード110等の位置関係が垂直方向（図1の上下方向）にまっすぐに配置されている。

一方、図2に示す画面周辺部の画素においては、主光線aが入射角度 $\theta$ で入射することから、マイクロレンズ260、カラーフィルタ250、配線220、230、240、フォトダイオード110等の位置関係は、この入射角度 $\theta$ に合わせて入射方向に沿って配置され、各素子の配置を最適化している。

特に本例では、この各素子の位置関係を決定する入射角度 $\theta$ を、当該画素の画面内における位置（中心からの距離）、マイクロレンズ260からシリコン基板100の表面（フォトダイオード110の受光面）までの距離、及びシリコン基板100の表面からフォトダイオード110の光電変換部の深さ位置を考慮して決定する。

すなわち、本例では、光が入射する基板表面ではなく、フォトダイオード110の光電変換部の深さ位置を基準として入射角度 $\theta$ を設定し、実質的に光電変換が行われる位置に光が集光されるようにし、各画素の受光効率（すなわち感度）を向上するものである。

なお、ここで用いる光電変換部の深さ位置としては、フォトダイオード110のn型領域の深さに対応して決定される値を用いるものとする。

また、図 2 に示すように、画面周辺部の画素においては、フォトダイオード 110 の光電変換部（n 型領域）が入射角度  $\theta$  に対応して、撮像領域（撮像画素部）の中央部から外側方向に傾斜した状態で形成されている。

- 5      このようにフォトダイオード 110 の光電変換部を入射角度  $\theta$  に対応して傾斜した状態で形成することにより、傾斜して入射される主光線を効率的に光電変換部（n 型領域）に入射させ、画面周辺部の画素の受光効率（すなわち感度）を向上するものである。

- 10      ここで、光電変換部の傾斜角度は撮像領域に渡って均一であってもよいし、撮像領域の中央部から離れた画素においてほど大きくてもよい。

また、図 5 に示すように、光電変換部が複数の不純物領域から構成されていてもよい。

- 15      また、図 3 に示すように、画素内に含まれるフォトダイオード 110 のセンサ受光部 110 A の左下隅部には、センサ受光部 110 A の信号電荷を読み出すための読み出しゲート部（転送ゲート 120）110 B が形成されており、矩形の一隅が欠けた形状をしている。

- 20      このため、図 7 に示した従来例で説明したように、この読み出しゲート部 110 B の存在によって各センサ受光部 110 A の形状が上下左右非対称となり、特に画面の 1 つの隅部（この場合には画面の左下部（図 3 の A 点側））の画素の感度が他の隅部の画素の感度に対して低下することになる。

- 25      そこで本例では、図 7 に示した従来例に対し、A 点側の画素において、マイクロレンズ 260 及び遮光膜開口部 210 A を、A'、B、B' 点側の画素よりも大きく撮像領域の中心方向にずらすことにより、位置修正量を増やし、各画素の読み出しゲート部 110 B による受光損失分を各隅部の画素で均一になるようにした。

この結果、各画素の感度分布は図4Aと図4Bに示すように、上下左右方向に均等に変化することになり、従来例で説明した不均一性を解消することが可能となる。

ここで位置修正量を増やすのは、A点側のライン上にある画素に限らず、A点側のライン付近の画素に対しても行う方が好ましい。

また、本例の固体撮像装置は、例えば以下のような製造工程で形成できる。

まず、例えばn型シリコン基板100に素子形成領域となるp型ウェル領域を形成し、また、素子間分離層150を形成する。

そして、p型ウェル領域にイオン注入や熱拡散等の方法によりフォトダイオード110やトランジスタ140等の素子を形成するが、フォトダイオード110のn型領域については、例えば注入角度の異なるイオン注入を複数回行うことにより、さらには複数回のマスク工程と複数回のイオン注入を用いて、画素毎に異なる形状のn型領域を形成する。

この後、シリコン基板上に各種成膜技術やリソグラフィ技術を用いて電極層や多層配線層を形成し、さらにその上層にカラーフィルタ、マイクロレンズを順次形成していく。この際、上述のようにして決定した各素子の位置関係により、遮光膜開口部、配線、カラーフィルタ、マイクロレンズを最適化した位置に形成していく。

このようにして受光効率を改善し、感度分布を上下左右で均一化した固体撮像装置を得ることが可能である。

上述した説明においては、集光レンズとしてオンチップマイクロレンズ260を用いたが、この形態に限定されるわけではなく、例えば配線層間に形成された層内レンズであってもよく、凹レンズであっても凸レンズであってもどちらでもよい。

上述した説明においては、オンチップレンズ、配線、遮光膜（配線が

その役割を果たす)の位置が修正され、入射光の主光線の入射角度に合わせてフォトダイオードが傾斜した状態に形成された場合の例を示したが、全ての構成を必ずしも必要するわけではなく、例えばオンチップレンズのみが修正された位置に配置されていてもよいし、フォトダイオードの傾斜だけが設けられていてもよい。

上述した集光レンズ等の位置の修正は、必ずしも、固体撮像装置の撮像領域の全ての画素について行う必要はなく、所定の画素についてだけ行うこともできる。また、画素1つずつを修正の単位とする必要はなく、隣接する数個の画素を1単位として同一の修正を施すこともできる。

なお、上述した説明は、本発明をCMOSイメージセンサに適用した例について説明したが、本発明は、CCDイメージセンサなどの他の固体撮像装置についても同様に適用できるものである。特に、上述のようなセンサ受光部の形状が上下左右で非対称形状を有するものに有効である。

また、上述した説明は、本発明を固体撮像装置単体に適用した例について説明したが、本発明は、例えば図6のように、このような固体撮像装置20を搭載した通信装置や画像処理装置等の各種の電子機器に適用できるものである。ここで、電子機器21は、光学系22や周辺回路部23を含んだ固体撮像素子モジュールをも含む。

特に、上述した固体撮像装置の構造により、射出瞳距離を短くできるため、携帯機器に搭載することにより、機器の小型化が可能となり、携帯機器の付加価値を大きく向上することができ、このような携帯機器についても本発明に含まれるものとする。

## 産業上の利用可能性

以上説明したように本発明の固体撮像装置及びその製造方法によれば、

- 各画素における集光レンズ（、配線、遮光膜開口部）の形成位置を、集光レンズの光電変換部表面からの高さ、光電変換部の基板深さ方向への厚さに基づき、前記光電変換部の内部に入射する光の量が増加するように設定し、光電変換部の底部を表面部よりも、撮像領域の中央部より外側にシフトして形成したことから、各画素における適正な入射状態を得ることができ、各画素の受光効率の改善や感度の均一化、さらには配線層で生じる反射光に伴う混色の抑制等を図ることができ、画質を向上した固体撮像装置を提供することができる効果がある。
- 5

## 請 求 の 範 囲

1. 2次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、

前記画素は集光レンズと光電変換部とを有し、

5 前記光電変換部は表面が非対称形状であり、

前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分の画素において、前記光電変換部の上方であって、前記表面の非対称性を補った対称形状の略中心上に位置し、

前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素  
10 においてほど、前記対称形状の略中心上から前記撮像領域の中央部分方向へシフトして形成され、

前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から等しい距離に位置する画素において、そのシフト量が前記光電変換部の表面の非対称性に応じて異なっていることを特徴とする固体撮像装置。

15 2. 前記光電変換部の表面は矩形の少なくとも一隅が欠けた形状であり、

前記集光レンズは、前記撮像領域の中央部分の画素において、前記矩形の略中心上に位置していることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

20 3. 2次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、

前記画素は集光レンズと光電変換部とを有し、

前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど、前記撮像領域の中央部分側にシフトして形成され、

前記集光レンズのシフト量は、前記集光レンズの前記光電変換部表面  
25 からの高さ、前記光電変換部の基板深さ方向への厚さとに基づき、前記光電変換部の内部に入射する光の量が増加するように設定されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

4. 前記光電変換部は画素内の所定の側に偏って形成されており、前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分からの距離が等しい画素において、そのシフト量が、画素内における前記光電変換部の位置の偏りに  
5 応じて異なっていることを特徴とする請求項 3 記載の固体撮像装置。

5. 前記画素はさらに、絶縁膜を介して設けられた複数の配線を有し、前記配線は前記集光レンズと同様に、前記撮像領域の中心部方向へシフトして形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の固体撮像装置。

6. 前記光電変換部の底部は表面部よりも、前記撮像領域の中央部分から  
10 外側方向にシフトして形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の固体撮像装置。

7. 前記光電変換部の底部のシフト量は、前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど大きいことを特徴とする請求項 6 記載の固体撮像装置。

8. 前記光電変換部は、半導体層中への複数の回のイオン注入により形成された不純物領域により構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の固体撮像装置。

9. 2次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、  
前記画素は光電変換部を有し、

20 前記複数の画素の少なくとも一部の画素において、前記光電変換部の底部は表面部よりも、前記撮像領域の中央部分から外側方向にシフトして形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

10. 前記光電変換部の底部のシフト量は、前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど大きいことを特徴とする請求項 9 記  
25 載の固体撮像装置。

11. 前記光電変換部は、半導体層中への複数の回のイオン注入により形

成された不純物領域により構成されていることを特徴とする請求項 9 記載の固体撮像装置。

1 2. 前記不純物領域は、打ち込み角度の異なる複数回のイオン注入により形成されていることを特徴とする請求項 1 1 記載の固体撮像装置。

5 1 3. 固体撮像装置を有する電子機器であって、

前記固体撮像装置は、

2 次元配列された複数の画素を含む撮像領域を有し、

前記画素は集光レンズと光電変換部とを有し、

10 前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど、前記撮像領域の中央部分側にシフトして形成され、

前記集光レンズのシフト量は、前記集光レンズの前記光電変換部表面からの高さ、前記光電変換部の基板深さ方向への厚さに基づいて設定されており、

15 前記光電変換部の底部は表面部よりも、前記撮像領域の中央部分から外側方向にシフトして形成されていることを特徴とする電子機器。

1 4. 撮像領域の画素毎に光電変換部と集光レンズとを形成する工程を有し、

前記集光レンズは前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど、前記撮像領域の中央部分側にシフトして形成され、

20 前記集光レンズのシフト量は、前記集光レンズの前記光電変換部表面からの高さ、前記光電変換部の基板深さ方向への厚さに基づき、前記光電変換部の内部に入射する光の量が増加するように設定されることを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

1 5. 前記光電変換部の底部は表面部よりも、前記撮像領域の中央部分  
25 から外側方向にシフトして形成されることを特徴とする請求項 1 4 記載の固体撮像装置の製造方法。

16. 前記光電変換部の底部のシフト量は、前記撮像領域の中央部分から離れて位置する画素においてほど大きいことを特徴とする請求項15記載の固体撮像装置の製造方法。

5 17. 前記光電変換部は、半導体層への複数回の不純物イオン注入により形成されることを特徴とする請求項16記載の固体撮像装置の製造方法。

18. 前記複数回の不純物イオン注入は、打ち込み角度が互いに異なることを特徴とする請求項17記載の固体撮像装置の製造方法。

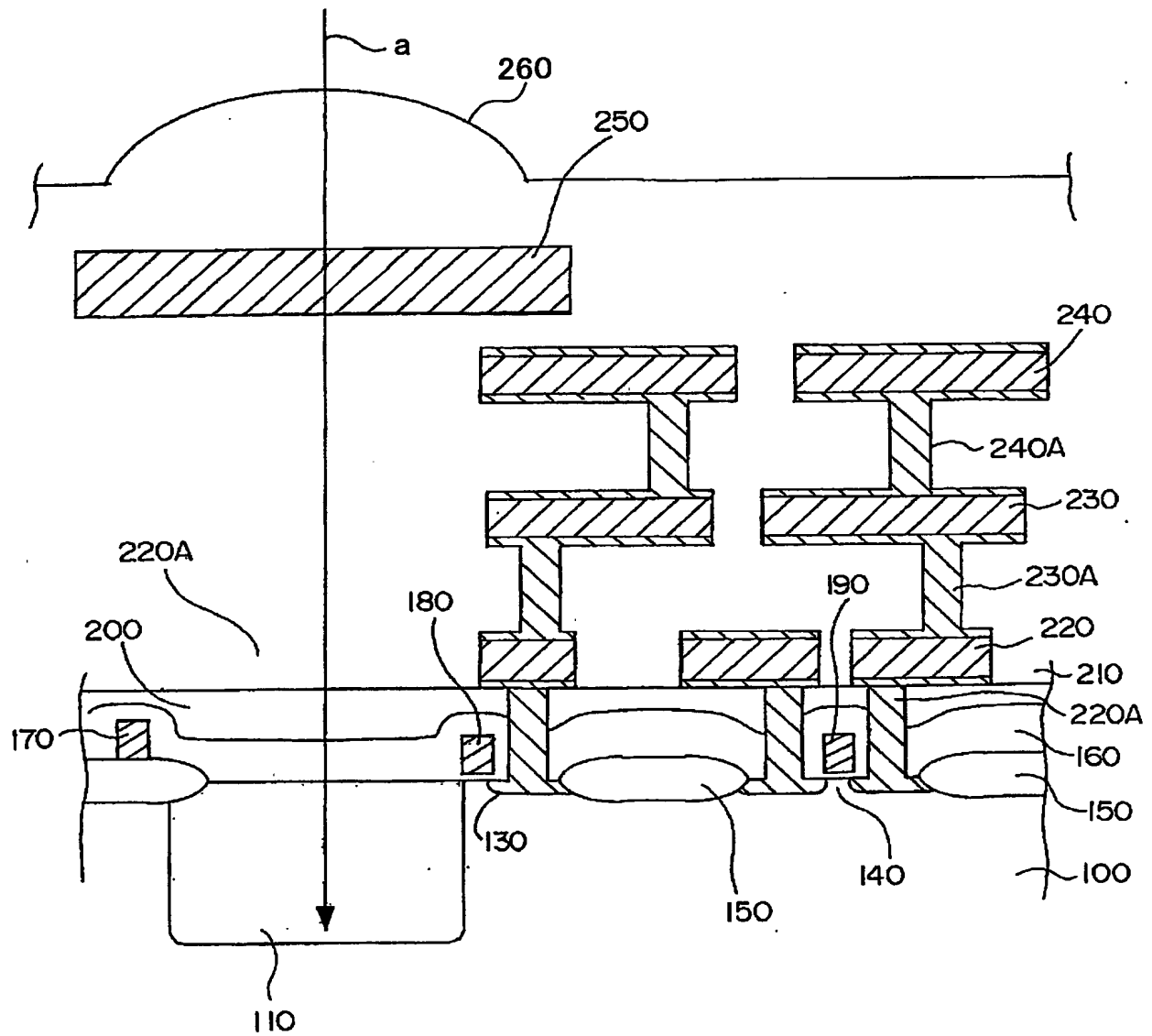


Fig.1

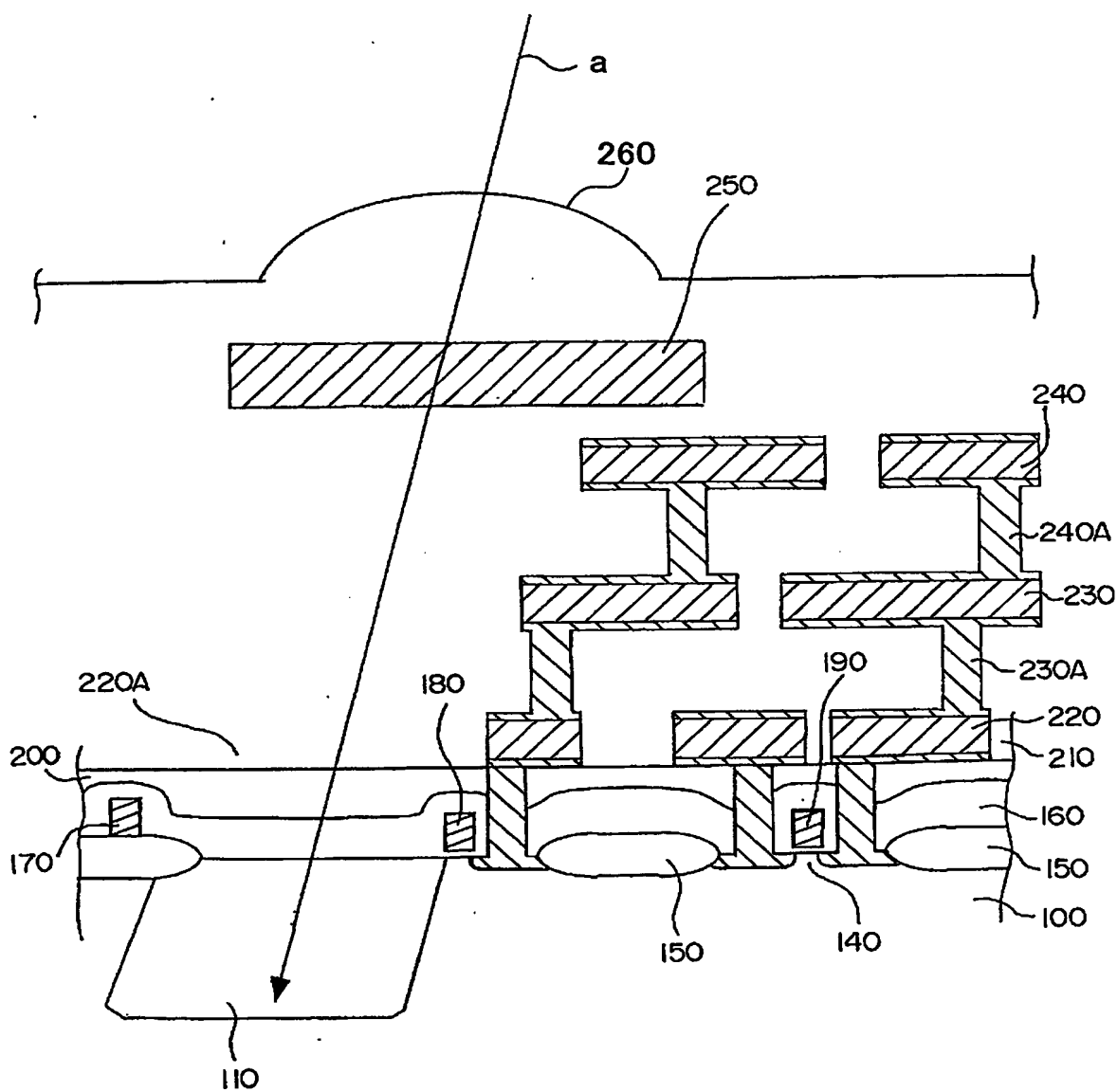


Fig.2

3/6

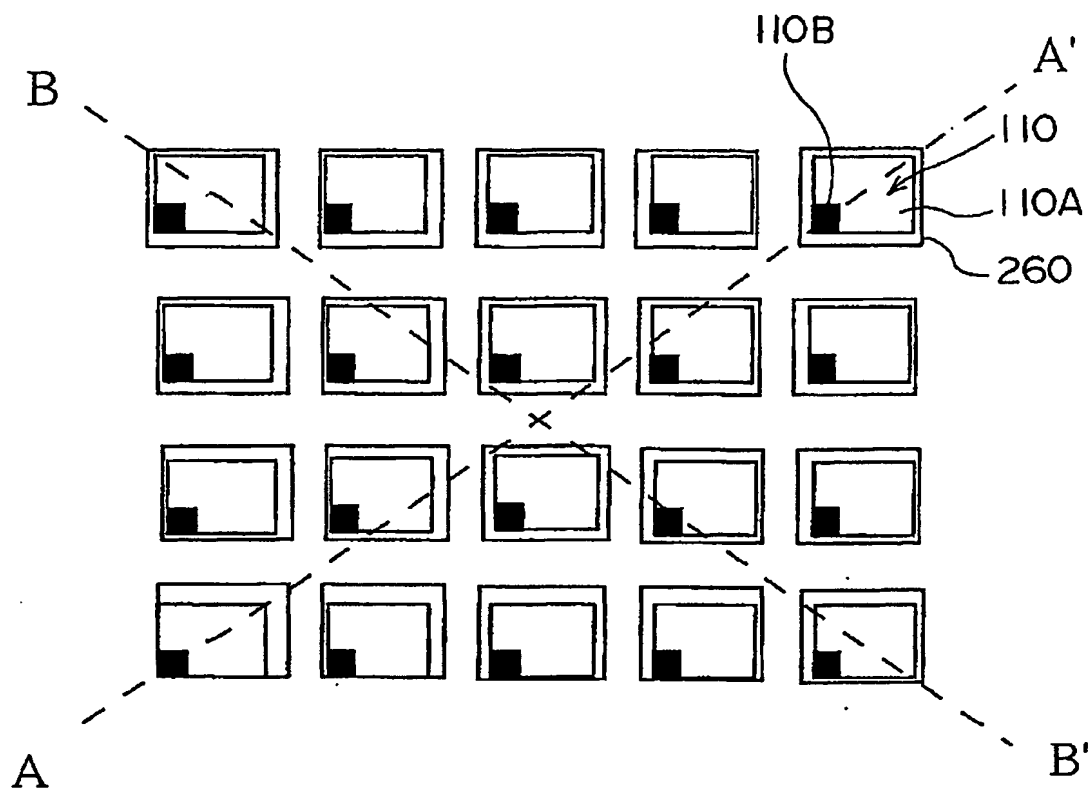


Fig.3

感度

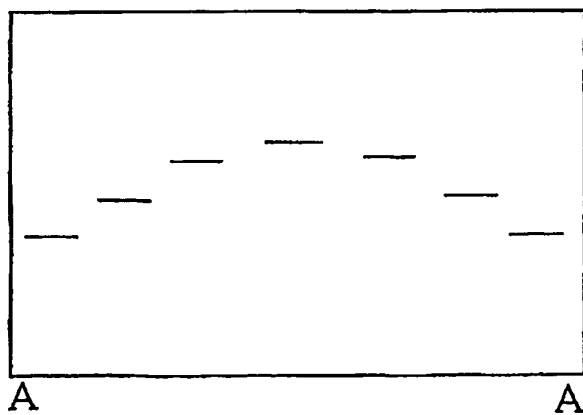


Fig.4A

感度

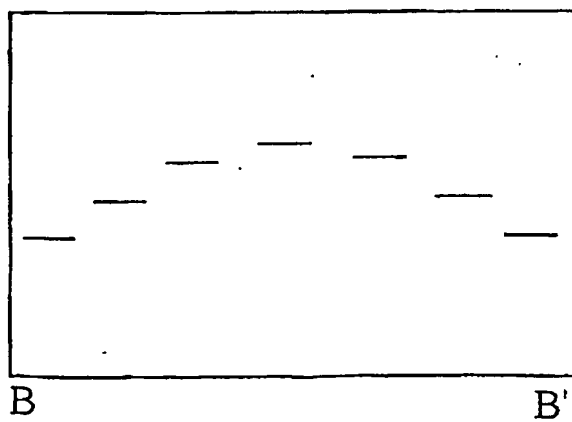


Fig.4B

4/6

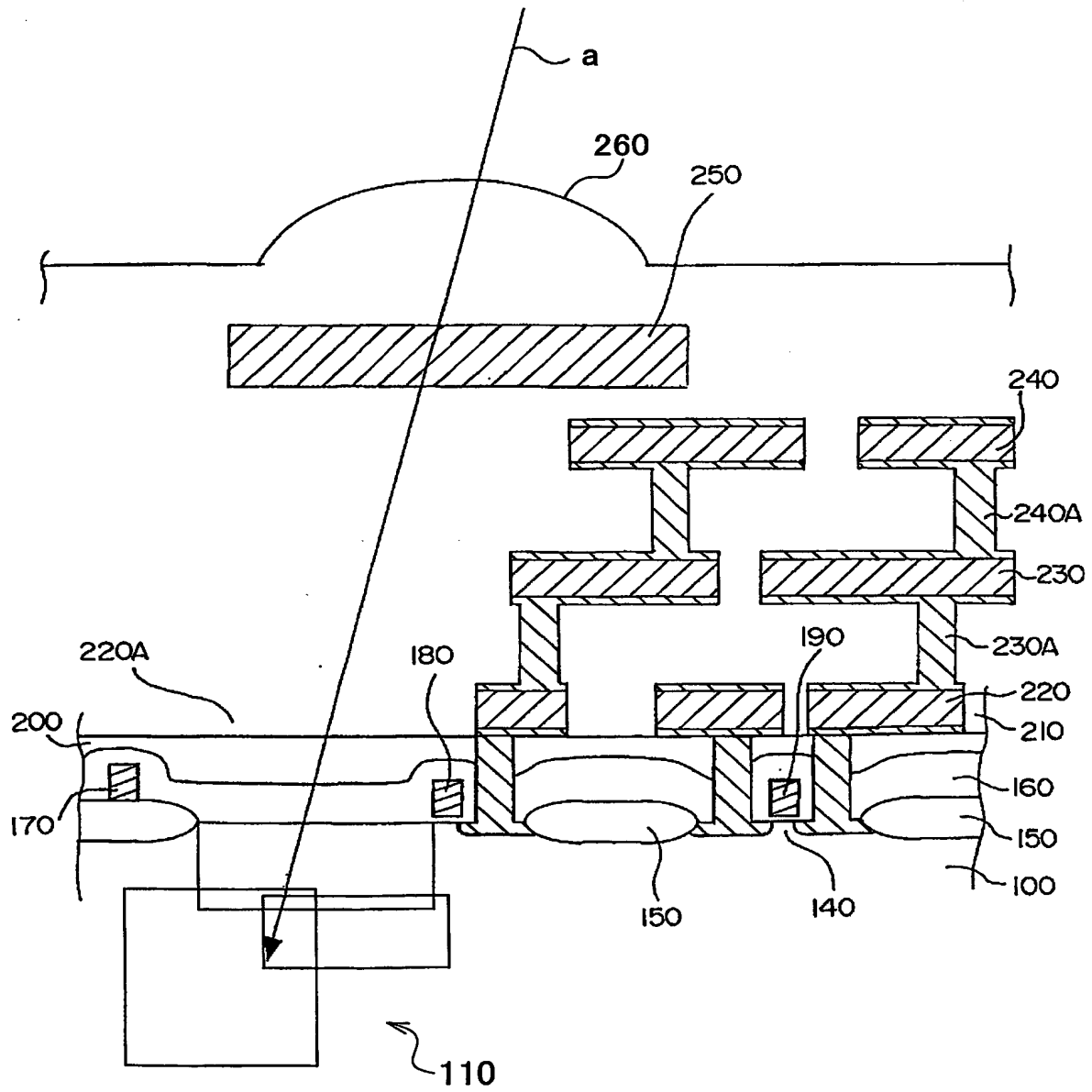


Fig.5

5/6

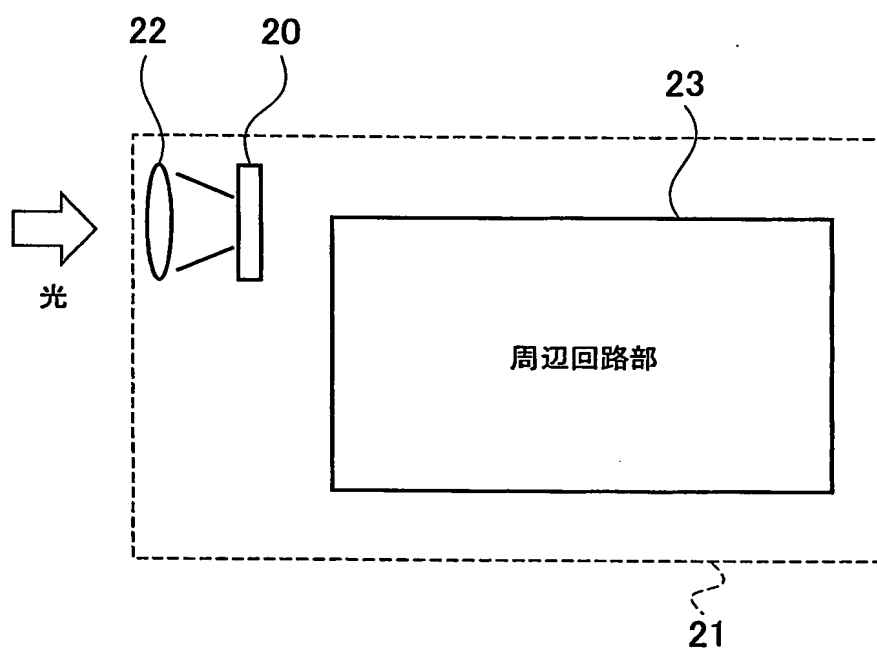


Fig.6

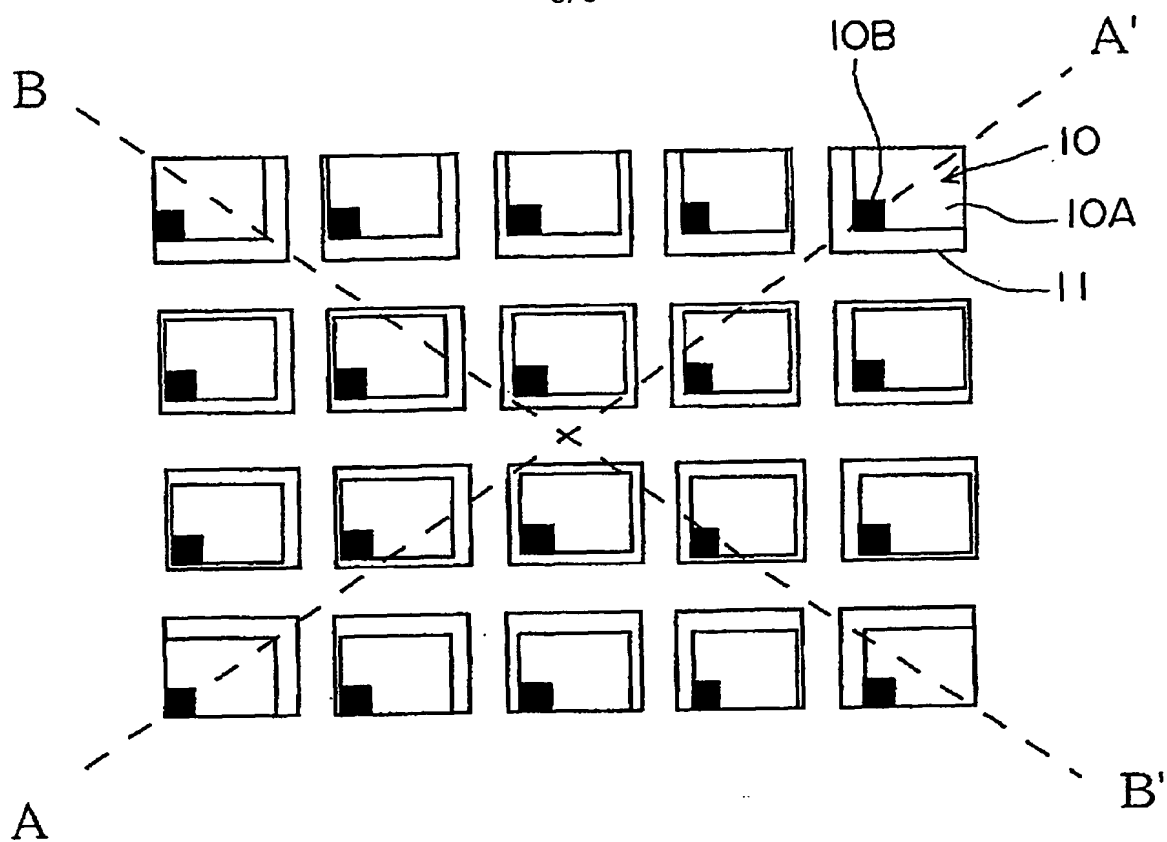


Fig.7

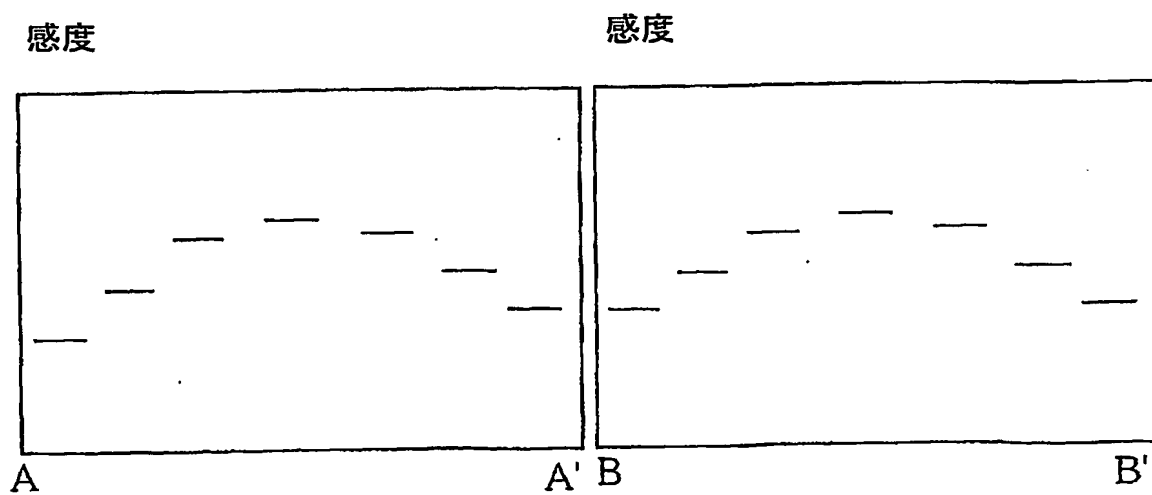


Fig.8A

Fig.8B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/11922

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> H01L27/146		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H01L27/14-27/148		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-339084 A (Canon Inc.), 06 December, 1994 (06.12.94), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1, 2
A	EP 1107316 A2 (NIKON CORP.), 13 June, 2001 (13.06.01), Full text; Figs. 1 to 40 & JP 2001-160973 A Full text; Figs. 1 to 15 & JP 2001-189442 A & US 2001/0039061 A1 & US 2003/0071271 A1	1-18
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 December, 2003 (11.12.03)		Date of mailing of the international search report 24 December, 2003 (24.12.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11922

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5610390 A (FUJI PHOTO POTICAL CO., LTD.), 11 March, 1997 (11.03.97), Full text; Figs. 1 to 4 & JP 8-107194 A Full text; Figs. 1 to 4	3,13,14
P,X	JP 2003-78125 A (Sony Corp.), 14 March, 2003 (14.03.03), Full text; Figs. 1 to 13 (Family: none)	3,6-11,13-17
A	JP 2001-237404 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 August, 2001 (31.08.01), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	5
E,A	JP 2003-273342 A (Sony Corp.), 26 September, 2003 (26.09.03), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	5

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/146

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/14 - 27/148

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 6-339084 A (キヤノン株式会社) 1994. 12. 06, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1, 2
A	EP 1107316 A2 (NIKON CORPORATION) N) 2001. 06. 13, 全文, 第1-40図 & JP 2001-160973 A, 全文, 第1-15図 & JP 2001-189442 A & US 2001/0039061 A1 & US 2003/0071271 A1	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 12. 03

国際調査報告の発送日

24.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

齋藤 恭一

4 L

8 1 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5610390 A (FUJI PHOTO OPTICA L CO. , LTD. , ) 1997. 03. 11, 全文, 第1-4図 & JP 8-107194 A, 全文, 第1-4図	3, 13, 14
PX	JP 2003-78125 A (ソニー株式会社) 2003. 03. 14, 全文, 第1-13図 (ファミリーなし)	3, 6-11, 13-17
A	JP 2001-237404 A (松下電器産業株式会社) 2001. 08. 31, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	5
EA	JP 2003-273342 A (ソニー株式会社) 2003. 09. 26, 全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	5